

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-356570  
(43)Date of publication of application : 26.12.2000

(51)Int.Cl.

G01M 11/02

(21)Application number : 11-168183

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 15.06.1999

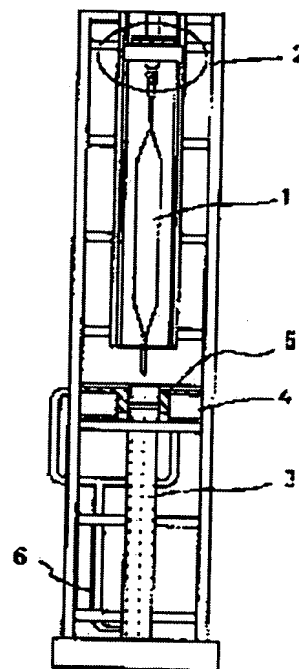
(72)Inventor : SHIMIZU YOSHIMASA  
SHIMADA TADAKATSU  
HIRASAWA HIDEO

## (54) REFRACTION INDEX DISTRIBUTION MEASURING DEVICE AND MEASURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a refraction index distribution measuring device and measuring method capable of accurately measuring refraction index distribution of an optical fiber parent material ingot or preform for optical fiber in a short time.

**SOLUTION:** A refraction index distribution measuring device is a device measuring refraction index distribution by inserting an optical fiber parent material ingot 1 or preform for optical fiber held vertically into a vertically long oil tank 3 filled with matching oil. In this case, a liquid level stabilizing mechanism for minimizing the change of the liquid level of matching oil before and after inserting the optical fiber parent material ingot 1 or preform for optical fiber into the oil tank 3 is provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3771085

[Date of registration] 17.02.2006

[Number of appeal against examiner's decision of]

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

\*[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-356570

(P 2000-356570A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 M 11/02

識別記号

F I

G 0 1 M 11/02

テマコード (参考)

H

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-168183

(22) 出願日 平成11年6月15日 (1999. 6. 15)

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 清水 佳昌

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学

工業株式会社精密機能材料研究所内

(72) 発明者 島田 忠克

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学

工業株式会社精密機能材料研究所内

(72) 発明者 平沢 秀夫

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学

工業株式会社精密機能材料研究所内

(74) 代理人 100062823

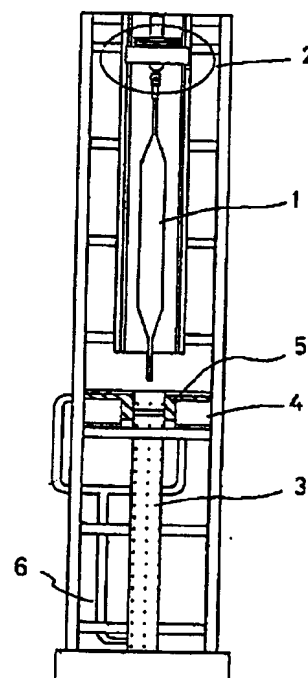
弁理士 山本 亮一 (外2名)

(54) 【発明の名称】 屈折率分布測定装置及び測定方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光ファイバ母材インゴット又は光ファイバ用プリフォームの屈折率分布を短時間で高精度に測定することのできる屈折率分布測定装置及び測定方法を提供する。

【解決手段】 屈折率分布測定装置は、鉛直に保持された光ファイバ母材インゴット 1 又は光ファイバ用プリフォームをマッチングオイルで満たされた縦長のオイルタンク 3 中に挿入して屈折率分布を測定する装置において、オイルタンク 3 内に光ファイバ母材インゴット 1 又は光ファイバ用プリフォームを挿入したときの、挿入前後でのマッチングオイルの液位の変動幅を小さくするための液位安定化機構を備えている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 鉛直に保持された光ファイバ母材インゴット又は光ファイバ用プリフォームをマッチングオイルで満たされた縦長のオイルタンク中に挿入して屈折率分布を測定する装置において、オイルタンク内に光ファイバ母材インゴット又は光ファイバ用プリフォームを挿入したときの、挿入前後でのマッチングオイルの液位の変動幅を小さくするための液位安定化機構を備えていることを特徴とする屈折率分布測定装置。

【請求項 2】 前記液位安定化機構が、オイルタンクの上部に屈折率分布を測定するために設けられた光学測定部とはほぼ同じ高さに配設されリザーブタンクを備え、該リザーブタンクとオイルタンクが連結パイプ又は連結パイプと分岐パイプからなる連結部材を介して連結されている請求項 1 に記載の屈折率分布測定装置。

【請求項 3】 前記連結パイプの途中に開閉バルブを有する請求項 2 に記載の屈折率分布測定装置。

【請求項 4】 前記リザーブタンクは、前記連結パイプから 2 分岐された一方の分岐パイプがリザーブタンクの側面で、他方の分岐パイプがその底面で接続され、リザーブタンク内に濾過フィルターが配設されている請求項 2 又は 3 に記載の屈折率分布測定装置。

【請求項 5】 前記リザーブタンクの底面に接続された前記他方の分岐パイプが、逆止弁を有する請求項 4 に記載の屈折率分布測定装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の屈折率分布測定装置を用いた、光ファイバ母材インゴット又は光ファイバ用プリフォームの屈折率分布の測定方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、通信用光ファイバの製造に使用される石英ガラス系の光ファイバ母材インゴット（以下、単にインゴットという）及びこれを縮径した光ファイバ用プリフォーム（以下、単にプリフォームという）の屈折率分布の測定に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 光ファイバの製造工程では、VAD法、OVD法、MCVD法などにより製造されたスート堆積体を、焼結、ガラス化することにより、インゴットが作製される。このインゴットは、外径が 120～180mm と大きいので、このサイズのままでは線引き装置にセットして光ファイバに線引きすることが困難である。このため、加熱炉を備えた延伸装置により、外径が 40～100mm のプリフォームに一次延伸される。

【0003】 図 5 に延伸装置の一例を示す。インゴット 21 は、延伸装置の上部に設けられた吊り下げ機構 22 に吊り下げられ、徐々に電気炉 23 内に送り込まれる。インゴット 21 の下端は引き取り機構 24 で挟持され、電気炉 23 で加熱され軟化したインゴット 21 を延伸し縮径してプリフォーム 25 が形成される。電気炉 23

は、一般にカーボンヒーターを加熱源とし、内部は N<sub>2</sub> や Ar 等の不活性ガスで置換され、2,000℃前後の高温でインゴット 21 は加熱される。

【0004】 延伸装置で一次延伸されたプリフォーム 25 は、室温に冷却後、プリフォームアナライザーで屈折率分布が測定され、この屈折率分布を基に、線引き後の光ファイバの光伝送特性が推定される。この推定された特性と目標となる設計特性との間に差がある場合には、プリフォーム 25 の外径を削り取る等の加工処理がなされる。加工後、表面の凹凸を除去したり、あるいは外径を設定値に精密に合わせるための仕上げ加工が施される。この仕上げ加工には、通常、バーナーによる火炎を用いたガラス旋盤が使用されている。また、延伸装置で精密な外径制御ができる場合には、一次延伸工程のみで、最終目標とする設定外径値に合わせたプリフォーム 25 が得られる。

【0005】 図 6 は、従来のインゴット延伸工程の流れを示す工程フロー図である。この場合、焼結してガラス化されたインゴット 21 の屈折率分布を測定して、延伸前に線引き後の光ファイバの特性を推定し、クラッド厚の調整の要否を判断する必要がある。クラッド厚の調整が必要と判断されたインゴット 21 は、調整分の厚さを加えた外径すなわち調整外径を目標値として、延伸が行われ、クラッド厚の調整が不要な場合には、最終目標とする外径に合わせて延伸され、プリフォーム 25 とされる。なお、図中、「ブリアナ測定」とあるのはプリフォームアナライザー測定の略である。

【0006】 インゴット 21 の状態でファイバ特性を推定するためには、インゴット 21 の状態で屈折率分布を測定する必要がある。この屈折率分布の測定には、通常、プリフォームアナライザーが用いられ、このプリフォームアナライザーの光学測定部は、図 7 に示すように、レーザー光 26 をインゴット 21 に入射するための光照射部 27 と、光をインゴット 21 に導くための透明なセル 28 と、インゴット 21 の内部で屈折した光の屈折角を測定する光検出部 29 から構成されている。セル 28 の内部は、インゴット 21 の屈折率に近似した屈折率を有するマッチングオイル 30 で満たされている。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】 屈折率分布を測定するのに図 8 に示す様な装置も用いられている。インゴット 21 又はプリフォーム 25 に接続されたダミーの上端を吊り下げ機構 22 で支持し、この吊り下げ部 31 を上下することで、インゴット 21 の長手方向に順次測定箇所を移動させながら、オイルタンク 32 の上端部に設けられた光学測定部 33 で屈折率分布が測定される。この装置の場合には、インゴット 21 が大型になっても、セットは比較的容易であり、さらに、光学測定部 33 を移動することで中心軸を合わせることができ、延伸前のインゴット状態での屈折率分布の測定が可能である。

【0008】このような縦型の装置を用いて屈折率分布の測定を行う場合、インゴットをマッチングオイルで満たされたオイルタンクの中に挿入することになる。このとき、外径が120mm以上の太径のインゴットはその体積が大きいため、オイルタンク内のオイルの液位が大きく変化する。このように縦長のオイルタンクでは上層、下層でのオイルに温度差があることが多く、インゴットの出し入れによりオイルの液面が揺れると、光学測定部付近のオイルに温度むらを生じ、屈折率を測定するため照射されたレーザー光が散乱し、屈折率分布が正確に測定できなくなるという問題があった。

【0009】また、焼結後のインゴットの表面には、未焼結の $\text{SiO}_2$ の微粉末などが付着していることが多く、このようなインゴットがマッチングオイル内に挿入されると $\text{SiO}_2$ 微粉末などの異物がマッチングオイル中で浮遊し、レーザー光を散乱させる原因となり、測定値に異常をもたらすことがある。オイル中に混入した異物を除去するためには、オイルタンクから一旦マッチングオイルの全量を抜き取り、濾過するのが最善であるが、大量のオイルを処理するには手間と時間がかかるという問題もあり、異物が目立たないときは濾過することなく測定を続けていた。しかし、測定を重ねるうちに混入する異物により、測定結果が経時的に変化するという問題があった。

【0010】本発明は、上記問題を解消し、プリフォームの屈折率分布を短時間で高精度に測定することのできる屈折率分布測定装置及び測定方法を提供することを目的になされたものである。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の屈折率分布測定装置は、鉛直に保持されたインゴット又はプリフォーム（以後、インゴットで代表する）をマッチングオイルで満たされた縦長のオイルタンク中に挿入して屈折率分布を測定する装置において、オイルタンク内にインゴット又はプリフォームを挿入したときの、挿入前後でのマッチングオイルの液位の変動幅を小さくするための液位安定化機構を備えていることを特徴としている。

【0012】液位安定化機構は、例えば、オイルタンクの上部に屈折率分布を測定するための光学測定部とはほぼ同じ高さにリザーブタンクを配設し、該リザーブタンクとオイルタンクを連結パイプ又は連結パイプと分岐パイプからなる連結部材を介して連結し、連結パイプの途中に開閉バルブを設けた機構とすることができる。リザーブタンクは、連結パイプから2分岐した一方の分岐パイプがリザーブタンクの側面で接続され、オイルタンクからのオイルがリザーブタンクに流入する。さらに、リザーブタンクには、連結パイプから分岐した別の分岐パイプがその底面で接続され、リザーブタンク内のオイルがオイルタンクへと流れる。この後者の分岐パイプには逆止弁を設けるとよい。また、リザーブタンク内に濾過フ

ィルターを設けるのが好ましい。上記構成の屈折率分布測定装置を用いて光ファイバ母材インゴット又は光ファイバ用プリフォームの屈折率分布を測定することにより、精度の高い測定値が長期に安定して得られる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の屈折率測定装置の概略を図1に示す。インゴット1は吊り下げ部2に吊り下げられ、マッチングオイルで満たされたオイルタンク3の中に浸され、オイルタンク3の上部に設けられた光学測定部4で屈折率が測定される。吊り下げ部2は、インゴット1を保持した状態で上下に駆動できる機構を有している。インゴットの屈折率分布は、オイルタンク3の上部に位置する光学測定部で測定されるため、光学測定部付近のオイルは、屈折率が一定に保たれる必要がある。ところが、インゴットを鉛直方向に保持して測定する屈折率分布測定装置は、オイルタンクが縦方向に長い構造になるため、オイルタンク中のマッチングオイルは上下方向で温度差を生じている。インゴットをオイルタンク中に挿入するとオイルの液位が上るとともに対流を生じ、この対流により下方の温度の低いオイルが光学測定部付近まで上昇してくるため、光学測定部付近では温度の異なるオイルがかき混ぜられた状態となる。オイルの屈折率は、温度によって大きく異なるので、屈折率を一定に保つには、オイルの温度を一定にする必要がある。

【0014】光学測定部付近のオイルは、オイルの液位の変動を抑えることで対流が抑制され、オイルの温度の乱れを小さくすることができる。このため本発明の屈折率分布測定装置は、オイルの液位の変動を抑える液位安定化機構を備えている。図2は、液位安定化機構の一例である。この液位安定化機構は、光学測定部4の上面と同じ高さのところに、断面積の大きいリザーブタンク5が設けられている。リザーブタンク5は、オイルタンク4に分岐パイプ7a、7bを介して連結パイプ8で連結されている。

【0015】インゴットをオイルタンク3内に浸漬させると、オイルタンク3の液位が上ってリザーブタンクとの間に液位差を生じ、この液位差を解消するようにオイルは、オイルタンク3から、オイル出入口9、連結パイプ8、分岐パイプ7a及びリザーブタンク5の側面に設けられたオイル流入口10を通してリザーブタンク5に流れ込む。測定を終えインゴットを引き上げると、オイルタンク3の液位はリザーブタンク5よりも低くなり、オイルは、リザーブタンク5の底面に設けられたオイル排出口11から、分岐パイプ7b、連結パイプ8及びオイル出入口9を通してオイルタンク3に還流する。

【0016】連結パイプ8から分岐パイプ7a、7bへの分岐はT型ジョイント12で行われ、図3に示す様に、T型ジョイント12と分岐パイプ7bとの間に逆止弁13が設けられ、オイルの流れは一方に規制される。なお、符号14は、連結パイプ8の途中に設けられ

た開閉バルブである。オイルタンク3の上部に光学測定部4を設け、下方にオイル出入口9を設けることで、オイルタンク3内でのオイルの流れを光学測定部から離すことができる。その結果、光学測定部付近のオイルはほとんどそのままであるため、インゴットを出し入れしても、光学測定部付近のオイルの温度はほぼ一定に保たれることになる。

【0017】また、オイルに混入した $\text{SiO}_2$ 粉等の異物は、一般にオイルより比重が重く、時間の経過とともにタンクの下方に沈殿してくるため、これらの異物はインゴットの出し入れに伴って、毎回、オイルとともにリザーブタンク5側に送られてくる。これらの異物を除去するには、図4に示す様に、リザーブタンク5内にオイルフィルター（濾過フィルター）15を配置するとよい。オイルフィルター15を、例えばリザーブタンク5の底面から多少離れた高さのところに設けることにより、フィルターで濾過されたオイルはオイル排出口11から流出し、リザーブタンク5からオイルタンク3に還流される。

【0018】インゴットをオイルタンクに挿入したとき、オイルタンクの液位の変動幅は小さいほど望ましいが、そのためにはリザーブタンクの容量、特に水平方向の断面積を大きくしなければならないが、リザーブタンクの断面積を大きくすると、必要となるマッチングオイルの量が多くなったり、装置が大型化する問題があるため、実際に測定するインゴットの最大寸法に合わせて、適切なリザーブタンクの大きさを決めることが望ましい。リザーブタンクの大きさの設定に際しては、オイルタンクの液位の変動幅を光学測定部付近のオイルに大きな乱れがでない程度、すなわち実質的に温度差を生じない程度とし、このためには液位の変動幅を50mm以下とするのが望ましい。

【0019】液位の変動幅を50mm以下に保つためには、外径120mm、長さ1,500mmのインゴットを、内径300mmのオイルタンクに挿入する場合、リザーブタンクの水平方向の断面積を2,700 $\text{cm}^2$ （52 $\text{cm}$ 角）以上にする必要がある。また、外径200mm、長さ2,000mmのインゴットの場合には、11,860 $\text{cm}^2$ （109 $\text{cm}$ 角）以上の断面積が必要となる。このように、測定するインゴットの寸法によって、リザーブタンクの断面積は設定されるべきである。例えば、最大で外径200mm、長さ2,500mmのインゴットを測定する場合でも、オイルタンクの液位の変動幅が50mm以下となるように、幅1,150mm、奥行き1,430mm、高さ250mmのリザーブタンクを作製した。リザーブタンク内に設けられるオイルフィルターは、リザーブタンクの底面から10～20mmの高さのところにステンレス製の網を設け、この上に600mm角の濾過速度の速い不織布製のフィルターを2枚載せた。

#### 【0020】

【実施例】本発明の屈折率分布測定装置では、外径が120mm以上の太径のインゴットをオイルタンクに挿入した場合でも、光学測定部での液位の変動幅を50mm以下とした。以下、実施例、比較例にもとづき具体的に説明する。

【0021】（実施例1）内径が280mmで、光学測定部を含めた長さが3,100mmのオイルタンクの下端から250mmの高さに、内径90mmのオイル出入口を設け、液位が光学測定部より50mm上のレベルにまでマッチングオイルを充填し、この液位より50mm低い位置が底面となるように、水平断面積が16,450 $\text{cm}^2$ のリザーブタンクを設置した。リザーブタンクの中には、底面から15mmの高さにSUS304製の金網（5mmメッシュ）を設置し、この上に600mm角の不織布製のオイルフィルターを2枚並べて載せ、オイル流でフィルターが動かないように、上から留め具でフィルターを固定した。オイルタンクとリザーブタンクをつなぐ連結パイプは、途中で分岐して、リザーブタンクへのオイル流入口とオイル排出口に接続される。オイル排出口からオイルタンクのオイル出入口に向かう分岐パイプ内には逆止弁を設け、排出と流入のオイルが逆流するのを防止した。

【0022】上記構成のリザーブタンクを備えた屈折率分布測定装置を用い、VAD法で製造された外径160mm、直胴部の長さが1,500mmのインゴットを、オイルタンクの中に挿入した。インゴットを入れたことで、オイルタンク中のオイルの液位が21mm上昇した。この状態でインゴットの屈折率分布を測定し、コアとクラッドの屈折率差（ $\Delta n$ ）を計算した。 $\Delta n$ の測定は30回繰り返しされ、 $\Delta n$ のバラツキ（標準偏差 $\sigma$ ）を計算した。その結果を表1に示す。本発明の屈折率分布測定装置は、 $\Delta n$ の $\sigma$ を $7.1 \times 10^{-6}$ と小さくすることができた。

【0023】（実施例2）実施例1と同じ屈折率分布測定装置を用い、VAD法で製造された外径160mm、直胴部の長さが1,500mmのインゴットを、オイルタンクの中に挿入した。今回は、インゴットをオイルタンクに入れていく途中で、オイルタンクの出入り口付近に設けた開閉バルブを閉じることで、インゴットを入れたことによるオイル液位の上昇が45mmとなるように調整した。実施例1と同様に $\Delta n$ を30回測定し、 $\sigma$ を計算した。その結果を表1に示す。 $\Delta n$ の $\sigma$ は、 $8.5 \times 10^{-6}$ と比較的小さくすることができた。

【0024】（実施例3）実施例1と同様の装置を用い、外径130mm～175mm、直胴部の長さが1,200mm～1,650mmのインゴットを、40本測定した後、さらに実施例1と同様に、1本のインゴットの同一箇所でも $\Delta n$ を30回繰り返し測定して $\sigma$ を求めた。その結果は表1に示すとおり、 $\sigma$ は $6.8 \times 10^{-6}$

ど小さいバラツキに抑えられていることが分かった。

【0025】（比較例1）実施例1に示した装置で、オイルタンクのオイル出入口付近に設けた開閉バルブを閉じた状態で、外径160mm、直胴部の長さが1,500mmのインゴットをオイルタンクの中に挿入した。この場合、リザーブタンクにオイルが流れ込まないため、オイルの液位は470mm上昇した。この状態で実施例1と同様に $\Delta n$ を30回測定し、 $\sigma$ を計算した。表1に示すとおり、このときの $\Delta n$ の $\sigma$ は $4.5 \times 10^{-5}$ となり、バラツキが大きくなることが分かった。

【0026】（比較例2）実施例1と同様な装置を用い、リザーブタンク内のオイルフィルターを外した状態で、外径130mm～175mm、直胴部の長さが1,200mm～1,650mmのインゴットを、40本測定した後、実施例1と同様に、1本のインゴットの同一箇所でも $\Delta n$ を30回測定し $\sigma$ を求めた。その結果は表1に示すとおり、 $3.2 \times 10^{-5}$ とバラツキが大きくなっていた。

【0027】

10 【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
$\Delta n$ の $\sigma$	$7.1 \times 10^{-5}$	$8.5 \times 10^{-5}$	$6.8 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$	$3.2 \times 10^{-5}$

【0028】上記したように本発明の屈折率分布測定装置では、マッチングオイルの液位の変動幅を50mm以下に抑えることで、マッチングオイルの温度の乱れを小さくし、かつリザーブタンク内に設けたオイルフィルターによりオイル内の塵埃を除去することができ、長期間測定を続けても、屈折率分布測定の際の屈折率差 $\Delta n$ のバラツキを小さく抑えることができた。

【0029】

【発明の効果】上記構成としたことにより、本発明の屈折率分布測定装置は、光学測定部付近でのオイルのゆらぎが抑制され、オイルの温度差によって生じるオイルの屈折率差が小さくなり、屈折率測定値のバラツキを小さくすることができた。さらに、リザーブタンクに設けたオイルフィルターにより、マッチングオイルに混入した異物は測定の都度除去されることになり、屈折率測定の結果に、異物の混入による影響がなくなり、長期間にわたって安定して高精度な測定値が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光学測定部を備えた屈折率分布測定装置の概略を示す正面図である。

【図2】 本発明による液位安定化機構の概略を示す斜視図である。

【図3】 本発明の液位安定化機構の一部をなす連結パイプの分岐の様子を示す斜視図である。

【図4】 本発明の液位安定化機構の一部をなすリザーブタンクの構造を示す透視図である。

【図5】 従来のインゴット延伸装置の概略を示す正面図である。

【図6】 インゴット延伸工程の流れを示す工程フロー図である。

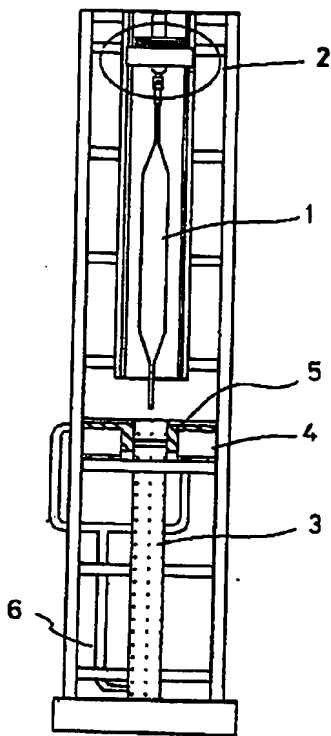
【図7】 屈折率分布を測定する様子を示すセルレベルでの平面図である。

【図8】 従来の屈折率分布測定装置の概略を示す正面図である。

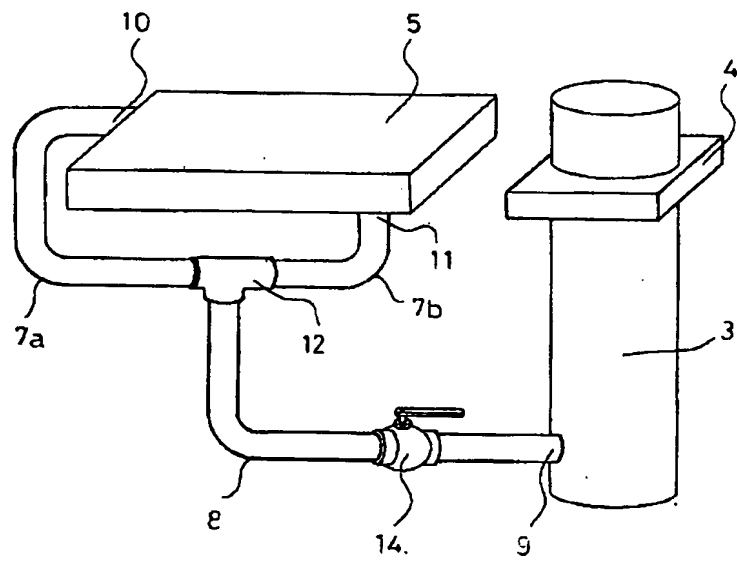
【符号の説明】

- 1, 21・・・インゴット
- 2, 31・・・吊り下げ部
- 3, 32・・・オイルタンク
- 4, 33・・・光学測定部
- 5・・・リザーブタンク
- 6・・・オイルパイプ
- 7a, 7b・・・分岐パイプ
- 8・・・連結パイプ
- 9・・・オイル出入口
- 10・・・オイル流入口
- 11・・・オイル排出口
- 12・・・T型ジョイント
- 13・・・逆止弁
- 14・・・開閉バルブ
- 15・・・オイルフィルター
- 22・・・吊り下げ機構
- 23・・・電気炉
- 24・・・引き取り機構
- 25・・・プリフォーム
- 26・・・レーザー光
- 27・・・光照射部
- 28・・・セル
- 29・・・光検出部
- 30・・・マッチングオイル

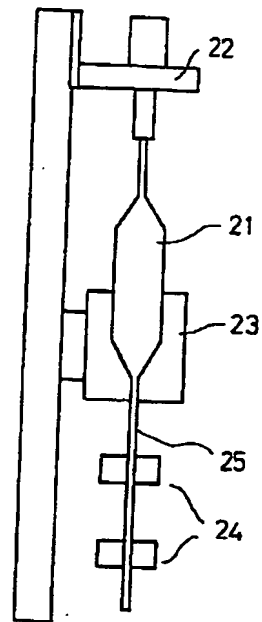
【図 1】



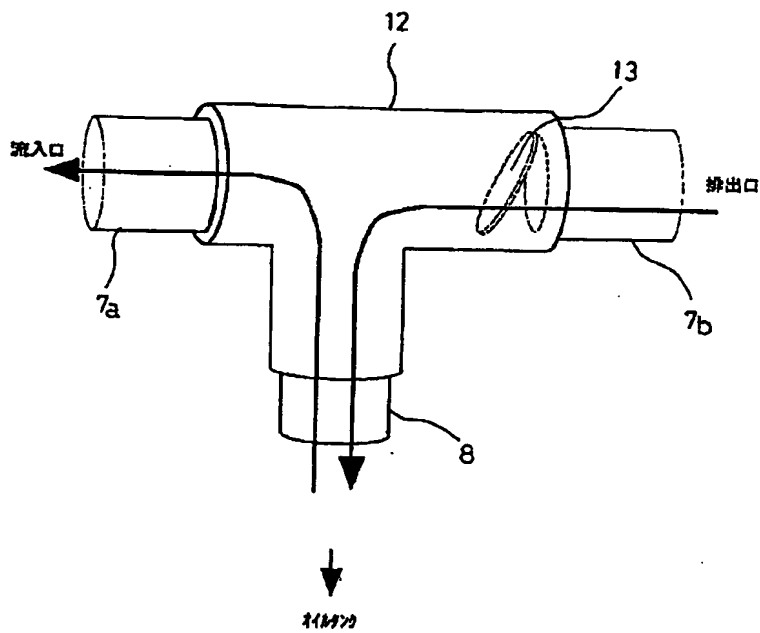
【図 2】



【図 5】

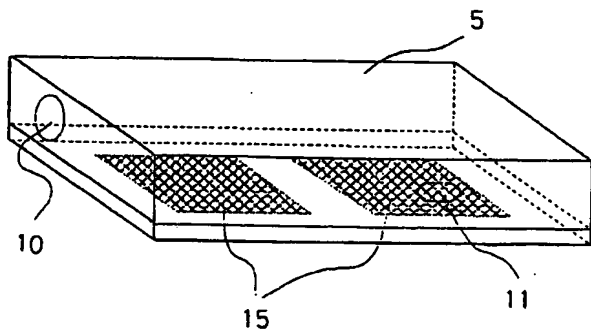


【図 3】

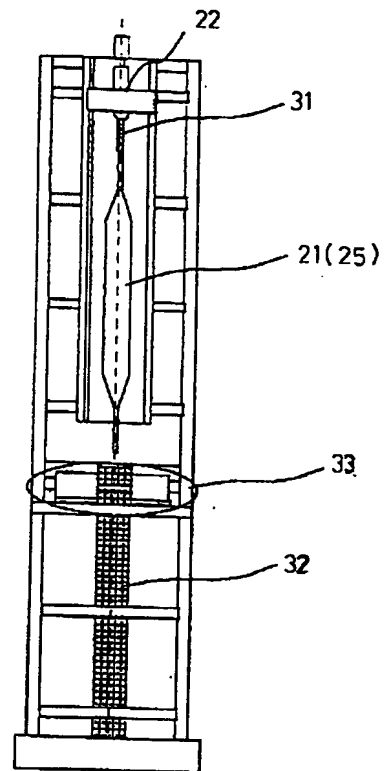




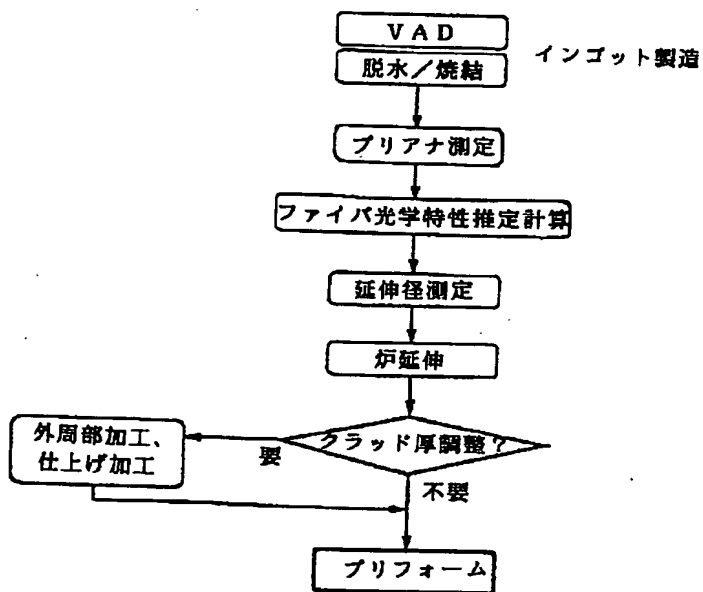
【図4】



【図8】



【図6】



【図7】

